

Research Article

한우 암소의 도체형질에 대한 유전모수 추정

신승규¹, 김성진¹, 손지현¹, 노재광¹, 도창희², 구양모^{1*}¹한국종축개량협회, ²충남대학교

Estimation of Genetic Parameters for Carcass Traits in Hanwoo COWS

Seung-Kyu Shin¹, Sungjin Kim¹, Ji-Hyun Son¹, Jae-Kwang Noh¹, Chang-Hee Do², Yang-Mo Koo^{1*}¹Korea Animal Improvement Association, Seocho, 06668, Korea²Chungnam National University, Daejeon, 34134, Korea

*Corresponding author: Yang-Mo Koo, Korea Animal Improvement Association, Seocho, 06668, Korea, Tel : +82-2-588-9301, E-mail : greatman009@gmail.com

ABSTRACT

In this study, it was carried out to improve the cow at the farm by estimating the genetic parameters of the carcass traits of Hanwoo cows. The average value and standard deviation of carcass weight(CW), eye muscle area(EMA), backfat thickness(BF), and marbling score(MS) were 343.73 ± 46.51 kg, 13.16 ± 5.13 mm, 82.67 ± 11.30 cm, and 3.95 ± 1.86 in the basic statistical analysis of cows. The environmental effect of variance analysis for estimating genetic parameters showed a significant difference ($p < 0.001$) from each carcass traits for slaughter month age and HYS(breeding area, slaughter year, slaughter season). In the genetic parameters of carcass traits, the heritability(h^2) of CW, EMA, BF, and MS were estimated to be 0.50, 0.40, 0.41, and 0.54, respectively. In the analysis of genetic correlation coefficients between carcass traits were 0.67, 0.15 and 0.06 in CW, EMA, BF, and MS, respectively. EMA and BF, MS are -0.11, 0.07, BF and MS were 0.13, and genetic correlation between CW and EMA showed a strong positive(+) relationship, but other traits showed a low correlation coefficient. In previous studies, it was known that there was a negative correlation between traits, but in this study, it was found that the marbling score was artificially adjusted by cartilage ossification when the CW was determined, and further research is needed. In the phenotypic correlation analysis, 0.65 and 0.37 and 0.27, respectively, in CW and EMA, BF and MS, EMA and BF, MS is 0.19, 0.26, BF and MS were 0.20, and the correlation coefficient was analyzed to be low between other traits except for the phenotypic correlation between CW and EMA. As such, there is high heritability in the carcass traits of cows with a distribution of 0.40 to 0.54, and various studies based on this should be promoted and used as an evaluation index to improve the fertility and meat quality of cows.

Key words: Genetic Parameters, EBV, Hanwoo cows, Heritability, Genetic Correlation

INTRODUCTION

한우산업에서 암소는 한우개체수의 공급량을 조절하고 소 산지가격과 유통시장 가격을 조정하는 큰 역할을 한다. 이러한 이유로 사육자는 농장의 경영적 수익구조에 맞춰 암소의 수정 및 번식기를 조절하고 도태시기를 정하여 경영적으로 가장 안정적이고 고수익이 발생할 수 있는 방법을 찾는다. 또한 생산성을 높이기 위해 사육자는 능력이 우수한 암소에 대하여 우량한 씨수소 정액으로 계획적으

Received June 01, 2023

Revised June 28, 2023

Accepted June 28, 2023

Copyright © 2023 Journal of Animal Breeding and Genomics.

 This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

로 교배시켜 우량한 송아지를 생산시킬 수 있도록 하며 다산을 통해 후대축의 발육과 체형 그리고 도축성적까지 검정하며 농장우군의 계통을 조성하고 있다. 이렇듯 한우농가의 전업화가 급속하게 진행되는 최근 상황과 맞물려 산업전반에 걸쳐 경영적으로 암소의 역할이 점차 중요해지고 있으며 산육능력과 번식능력이 좋은 우수한 암소의 확보와 이를 활용한 우수혈통조성이 농장의 수익성으로 평가되어 씨수소 개량과 맞물려 암소의 개량속도도 빨라지고 있다. 하지만 사육자가 이러한 이상적인 모델을 적용하여 암소의 도체형질의 개량량을 높이면서 동시에 지속적으로 번식형질에 대한 개량량을 향상시킨다는 것은 어려운 과정이다. 앞에서 말했듯이 송아지 가격과 산지소값 및 출하유통가격의 변동이 심하여 한우사육자는 암소의 도체형질에 대한 개량목표 설정이 어렵고 쇠고기 유통시장에서 다산노령우에 대한 가격평가가 절하된다고 판단하여 대부분 송아지를 2산정도 생산하면 비육출하시키고 있으며, 한우 암소의 경제수명은 약 54.3개월(축산물품질평가원, 2019)로 약 2.5산차에 대부분 사육자는 암소를 도태시키고 있는 현실이다. 또한 암소에 대하여 산육능력 및 육질형질에 대한 유전적 개량평가는 부계 중심(KPN)의 유전능력정보에 중점되어 사육암소에 대하여 유전능력평가를 통한 육종가를 산출하고 평가를 받기가 용이하지 않다. 이렇듯 후대축에 유전적 능력을 전달해야하는 암소에 대하여 가장 중요한 도체형질인 도체중, 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도의 유전모수 추정연구 및 분석은 지속적으로 계속되어야 한다고 판단하였다. 또한 산육 및 육질형질이 아주 우수한 암소를 조기에 선발하고 저능력을 보이는 암소에 대해서는 후대축이 많이 생산되지 않도록 평균도축 월령보다 빨리 도태되도록 유전능력을 평가하여 정보를 제공하는 시스템이 필요하다고 생각한다. 이를 위해서 암소의 도체형질에 대한 도축성적을 수집하였으며 연구 형질로 선택하여 본 연구에 적용하게 되었다. 한우도체형질인 도체중, 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도에 대한 일반능력 분석 및 통계모형을 탐색하여 도축성적 자료의 구조를 파악하고 환경요인의 효과를 분석하여 표현형의 추세와 이에 따른 주요 환경효과를 선정하였다. 또한 설정된 환경효과를 적용하여 도체형질에 대한 유전모수를 추정하였고 각각의 형질에 대한 유전력 및 유전상관을 추정하였다.

MATERIALS AND METHODS

1. 공시자료

1) 기초 통계 분석

본 연구에서는 먼저 한우선형심사사업에 참여되어 암소의 체형에 대하여 수치화된 개체를 1차로 선정하였고 다음에는 선정된 개체 중 초산에 대한 분만간격을 가지고 있는 개체를 2차로 선정한 후 Pedigree를 통해 선·후대의 혈통등록정보를 통해 분석하고자 하는 집단을 설정하였다. 이후 축산물등급판정기준에 의해 도축된 해당 집단의 암소도축자료를 수집하여 냉도체중(car carcass weight (CW), kg), 등지방두께 (backfat thickness (BF), mm), 등심단면적 (eye muscle area (EMA), cm²), 근내지방도(marbling score (MS), 점수)를 분석자료로 준비하였다. 해당 자료상의 이상치를 제거하고 육종가 분석이 적합한 암소데이터를 분석하기 위하여 선형심사월령의 시작개월령인 24개월령부터 120개월령사이 440,767두의 자료를 이용하였다. 선형심사자료와 초산분만간격을 가지고 있는 개체의 Pedigree상의 집단에 대한 도체형질 자료의 정규성을 분석하기 위하여 도체형질인 냉도체중(CW), 등지방두께(BF), 등심단면적(EMA), 근내지방도(MS)에 대한 오류데이터 및 비이상적인 자료를 제거하였다. 특히 도축월령에 따른 자료의 구간이 커서 선형심사 적용개월령인 24개월부터 데이터를 적용하였고 만 10세인 120개월까지의 자료만 적용하여 월령집단을 생성하였다. 이렇듯 분석이 용이한 데이터를 준비하기 위하여 자료상의 이상치를 제거하고 육종가 분석이 적합한 440,767두의 자료를 분석하였으며 SAS 9.1.3 Service Pack 4 통계 패키지의 MEANS Procedure를 이용, 각각의 도체형질에 대한 기술통계량을 분석하였으며 전체자료의 형질별 분포 및 정규성 검정을 파악하기 위해 평균값, 표준편차 및 최소값, 최대값을 추정하여 기초통계량을 Table 1에 제시하였다.

Table 1. Descriptive statistics for 4 carcass traits in Hanwoos

Carcass trait	No. of record	Mean $\pm$ Std ¹⁾	Min ²⁾	Max ³⁾
Carcass weight (CW)	440,767	343.73 $\pm$ 46.51	197.0	493.0
Eye muscle area (EMA)	440,767	82.67 $\pm$ 11.30	47.0	118.0
Backfat thickness (BF)	440,767	13.16 $\pm$ 5.13	1.0	30.0
Marbling score (MS)	440,767	3.95 $\pm$ 1.86	1.0	9.0

¹⁾Std: standard deviation, ²⁾Min: minimum, ³⁾Max: maximum

2) 분산분석

먼저 분석자료 불륨구성 및 이상치 제거 등 자료의 전처리를 실시한 후 한우 기초통계 분석자료를 통해 정규성 검정을 파악했으며 도축월령, 생산지역, 도축년도 및 도축계절의 환경효과가 암소의 도체형질에 미치는 영향을 알아보기 위해 암소 도체형질에 대하여 다변량분산분석(multivariate analysis of variance)을 실시하였다. 우선 암소의 경우 산차(Parity)에 의해 환경적인 영향을 받아 도체형질에 영향을 줄 것이라고 유추하여 환경요인에 적용하려 하였으나 수집된 데이터에서는 산차자료의 정확성이 낮고 월령구간으로 산차를 추정하려 사전분석을 하였으나 자료에 적용하기에는 신뢰도가 낮아 산차를 대신하여 도축월령을 분석형질로 적용하였다. 최종적으로 모델식에 적용한 도축월령, 생산지역, 도축년도 및 도축계절의 다변량분산분석은 SAS Package Ver 9.1.3 Service Pack 4의 PROC GLM (Generalized Linear Model)을 이용하였으며 통계분석 모델식은 다음과 같다.

$$Y_{ij} = \mu + HYS_i + AGE_j + e_{ij}$$

여기서,

Y_{ij} : 각 형질별 해당하는 관측치

μ : 집단의 평균

HYS_i : i번째 사육지역과 도축년도, 도축계절의 고정효과

AGE_j : j번째 도축월령의 고정효과

e_{ij} : 각 측정치의 임의오차

다변량의 분산분석을 하기 위하여 위와 같은 모델을 설정하여 GLM(Generalized Linear Model) 분석결과 제공되는 4가지의 제곱합 중에서 불균형된 자료에 적합한 TYPEIII 제곱합을 이용해 분산분석을 실시하였다. 다음과 같이 최소자승평균치(Least square mean, LSM)간의 유의성을 검정을 위하여 귀무가설을 설정하였고 유의수준 5%로 각각 검정하였다.

$$H_0; LSM(i) = LSM(j)$$

여기서, $LSM(i(j))$: (i(j))번째 효과의 최소 제곱 평균치 ($i \neq j$)

3) 유전모수 추정

쇠고기 등급판정 기준에 의하여 수집된 모든 암소 도체형질의 개체별 수치값들은 정규분포의 연속적인 변량형질로 간주하였으며 분산분석을 통해 유의성이 확인 된 주요 환경효과인 도축월령, 생산지역, 도축년도 및 도축계절을 이용하여 유전모수를 추정하기 위한 다형질 혼합모형(Multivariate animal model)에 적용하였다.

다형질 혼합모형으로서 유전모수를 추정하기 위한 모형식은 다음과 같다.

$$Y_{ij} = \mu + HYS_i + AGE_j + a_{ij} + e_{ij}$$

여기서,

Y_{ij} : 각 형질별 해당하는 관측치

μ : 집단의 평균

HYS_i : i 번째 사육지역과 도축년도 및 도축계절에 대한 고정효과

AGE_j : j 번째 도축월령의 고정효과

a_{ij} : Random Direct Additive Genetic Effects

e_{ij} : 각 측정치의 임의오차

이상의 모형을 행렬에 의한 방정식으로 표기하면 아래와 같다(Henderson, 1976).

$$y = X\beta + Za + e$$

여기서,

y = 암소 도체형질에 대한 관측치 벡터

X = 고정효과 동기군(HYS), 도축월령에 대한 계수행렬

Z = 개체에 임의효과에 관한 계수행렬

β = 알려지지 않은 고정효과에 대한 추정치 벡터

a = 개체효과에 대한 육종가 벡터

e = 임의 오차 벡터 $\sim N(0, R)$

기대값, 분산 및 공분산은 다음과 같다.

$$E(Y) = Xb$$

$$\text{Var}(u) = G = G^* \otimes A$$

$$\text{Var}(e) = R = R^* \otimes I$$

$$\text{Var}(y) = V = ZGZ' + R$$

여기서,

A : 상가적 혈연계수 행렬

G^* : 상가적 유전분산-공분산 행렬

R^* : 임의 오차분산-공분산 행렬

I : 단위행렬

$\otimes$: Kronecher product(Searle, 1995)

이에 기초하여 혼합모형방정식(MME)을 다음과 같이 할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} X'R^{-1}X & X'R^{-1}Z \\ Z'R^{-1}X & Z'R^{-1}Z + G^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'R^{-1}y \\ Z'R^{-1}y \end{bmatrix}$$

RENUMF90 (2007, Misztal)을 사용하여 개체의 Pedigree에 대하여 리넘버링(Renumbering)을 실시하였고 고정효과(Fixed effect)에 대하여 재정렬을 하였다. 유전모수의 추정을 위하여 AI-REML 알고리즘을 바탕으로 Fortran기반에서 전산 프로그램한 REMLF90(Misztal, 2007)을 사용하였고 모수추정 분석에 따른 ROUND가 진행되며 반복적으로 추정하였으며 오차분산이 10^{-11} 이하로 수렴될 때 까지 반복 추정하여 유전모수를 추정하였다. 또한 추정된 유전모수를 이용하여 냉도체중(CW), 등지방두께(BF), 등심단면적(EMA), 근내지방도(MS) 4가지 도체형질의 유전력과 유전상관을 다음과 같이 계산하였다.

$$\hat{h}_a^2 = \frac{\hat{\sigma}_a^2}{\hat{\sigma}_p^2}, r_{G(i,j)} = \frac{Cov_{a(i,j)}}{\sqrt{\sigma_{a(i)}^2 \times \sigma_{a(j)}^2}} (i \neq j)$$

여기서,

$\hat{h}_a^2$: 유전력

$\hat{\sigma}_a^2$: 상가적 유전분산성분

$\hat{\sigma}_e^2$: 잔차 분산성분

$Cov_{a(i,j)}$: i, j에 해당하는 형질간 공분산

RESULTS AND DISCUSSION

1. 기초통계량

한국종축개량협회에서 수집한 선형심사자료와 혈통등록자료를 통해 산출한 초산분만간격을 가지고 있는 암소 Pedigree상 집단의 도체형질 냉도체중(CW), 등지방두께(BF), 등심단면적(EMA), 근내지방도(MS) 자료를 분석한 기초통계량은 Table 1에 제시하였다.

냉도체중(car carcass weight (CW), kg), 등심단면적 (eye muscle area (EMA), cm^2), 등지방두께(backfat thickness (BF), mm)와 근내지방도 (marbling score (MS), 점수)의 평균 및 표준편차는 각각 343.73 ± 46.51 kg, 82.67 ± 11.30 cm^2 , 13.16 ± 5.13 mm 및 3.95 ± 1.86 점을 나타내었다.

최근의 연구자료에서는 김 등(2010)이 보고한 한우 암소에서 도체형질과 도체가격간의 상관관계 연구에서는 냉도체중, 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도의 평균 및 표준편차를 각각 319.24 ± 4.77 kg, 78.08 ± 0.97 cm^2 , 10.95 ± 0.48 mm 및 3.92 ± 0.19 점으로 보고하였고, 이 등(2016)은 한우 거세우 냉도체중, 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도의 평균 및 표준편차를 각각 423.37 ± 42.52 kg, 90.39 ± 9.45 cm^2 , 12.36 ± 4.79 mm 및 5.34 ± 1.91 점으로 보고, 송(2016)은 한우 번식우의 월령에 따른 도체형질 연구에서 냉도체중은 327.5 ± 41.3 kg, 등심단면적은 80.2 ± 10.2 cm^2 , 등지방두께는 11.7 ± 4.8 mm 및 근내지방도는 3.8 ± 1.9 점으로 평균과 표준편차를 보고하였으며, 노 등(2021)은 한우 암소의 도체형질인 냉도체중, 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도의 평균 및 표준편차를 각각 338.42 ± 45.82 kg, 83.93 ± 11.06 cm^2 , 12.35 ± 4.94 mm 및 3.89 ± 1.80 점으로 보고하였다.

축산물품질평가원이 발표한 2019년도 등급판정통계 중 암소의 도체등급판정 항목별 평균에서는 냉도체중 358 kg, 등심단면적 84.7 cm^2 , 등지방두께 14.3 mm 및 근내지방도가 4.4점으로 통계보고하여 연구를 위한 집단설정시 생년 및 도축월령에 따라 평균이 다소 상이하게 나타나고 있으며 지속적인 개량사업의 추진으로 인하여 꾸준히 도체성적이 향상되고 있음을 알 수 있다.

2. 분산분석

연구를 위해 수집한 자료에 대하여 통계분석을 실시한 후 자료의 정규성을 Figure 1에서 확인하였고 환경효과에 의한 수집자료의 변화 추세 및 효과에 의한 유의성을 알아보기 위해 한우암소 도체형질 4가지에 대하여 분산분석을 시행하였으며 결과는 Table 2에 나타냈다.

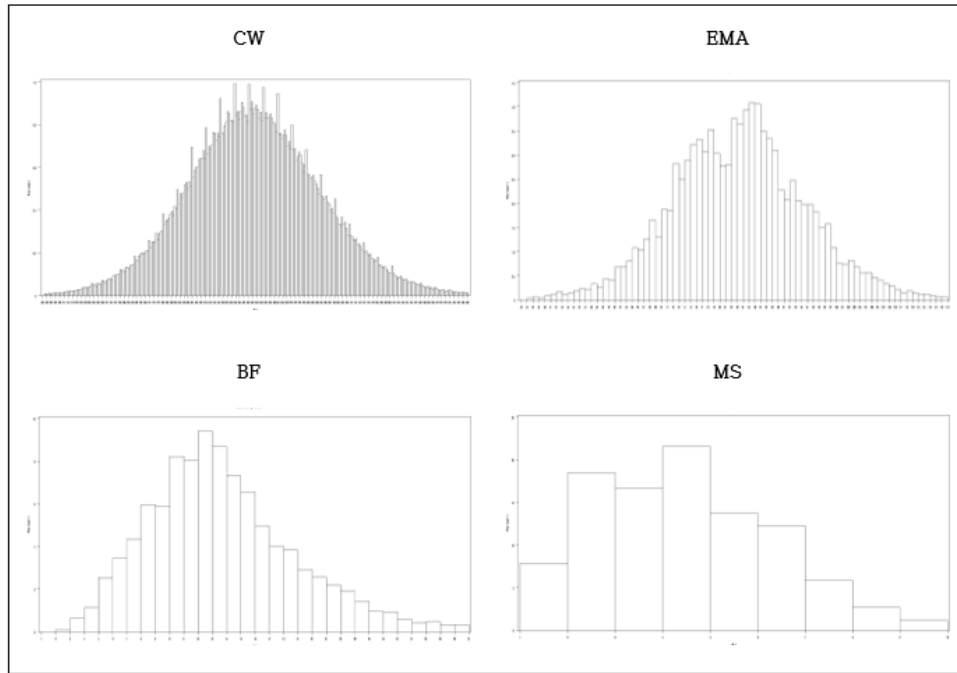


Figure 1. Distribution of carcass traits in Hanwoo cows

Table 2. Basic analysis of 9 MS markers of deer utilized in this study

Source	DF ³⁾	Carcass weight (CW)		Eye muscle area (EMA)		Backfat thickness (BF)		Marbling score (MS)	
		MS ⁴⁾	F-value	MS	F-value	MS ⁴⁾	F-value	MS	F-value
S_Age ¹⁾	96	24,311,456.3	137.52**	676,938.90	39.4**	149,932.30	1,561.7**	14,436.00	150.3**
HYS ²⁾	10,747	119,850,859.8	6.06**	5,639,982.10	214.4**	910,513.80	84.72**	106,818.60	9.54**
Error	429,923	1,841.5		114.94		24.44		3.27	

¹⁾S_Age: monthly age at slaughter on cows, ²⁾HYS: husbandry region and slaughter year, season at classification, ³⁾DF: degree of freedom, ⁴⁾MS: mean square

** $P < 0.001$, Mean square has high significant

Figure 1과 Table 2에서는 도체형질인 냉도체중(CW), 등심단면적(EMA), 등지방두께(BF)와 근내지방도(MS)에서 도축월령, 사육(출하)지역과 도축년도, 도축계절에 대해 고도의 유의적 차이 ($p < 0.001$)를 나타냈다. 이는 배(2005)가 연구보고한 2001~2003년까지 출하한 한우 암소, 거세우의 환경효과 분석에서 암소와 거세우 모두 도축년도가 증가함에 따라 등지방두께, 근내지방도 및 육질등급은 높아지는 경향과 등지방두께가 점차 두꺼워졌다고 보고한 연구와 동일한 결과를 나타냈다.

배(2005)와 문 등(2007)은 도축계절의 효과에 의한 유의성을 연구하였는데 본 연구와 유사하게 도축계절의 효과에 의해 계절별로 도체성적의 차이가 유의적으로 나타났다. 또한 문 등(2007)과 김(2012) 및 이(2017)가 연구한 한우의 도체형질의 유전모수 추정에서는 사육지역 및 출하지역간의 차이가 유의적으로 나타났다고 보고하였는데 이는 본 연구에서 사육(출하)지역간에서 유의적 차이를 가지는 것과 같은 결과를 나타냈다.

도축시기에 따른 도체중(CW), 등심단면적(EMA), 등지방두께(BF)와 근내지방도(MS)의 월령별 최소자승 평균은 Figure 2~5에 나타나있다. Figure 2에서 암소 도축월령별 도체중(Carcass Weight : CW)의 최소자승 평균추이는 암소의 체형성장과 연관되어 48개월까지 도체중이 급속하게 증가하다가 59개월령을 기점으로 도체중이 완만하게 줄어드는 것을 볼 수 있다. 도체중 형질과 상관관계가 높은 등심단면적(eye muscle area : EMA)에서도 Figure 3에서 볼 수 있듯이 59개월령까지는 등심단면적의 증가가 확연히 나타나지만 이후에는 감소세가 나타났다. Figure 4에서 등지방두께(backfat thickness : BF)는 도체중과 등심단면적과 유사하게 59개월령까지는

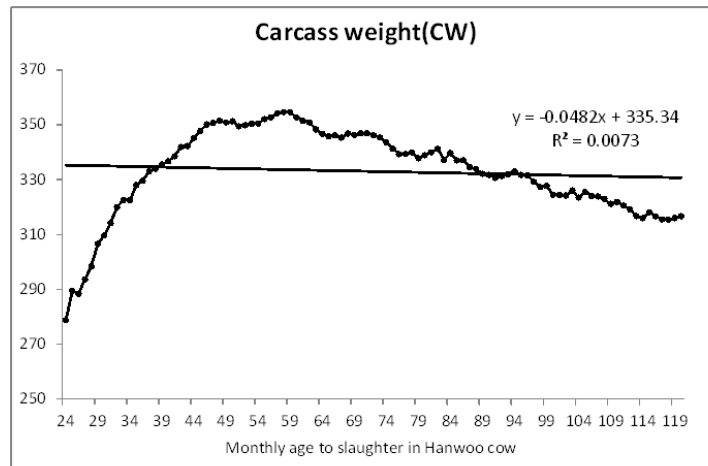


Figure 2. Least square mean of Hanwoo cows carcass weight by monthly age

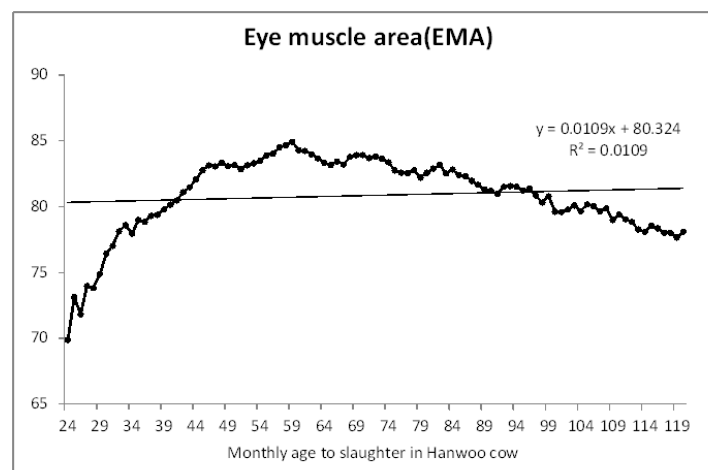


Figure 3. Least square mean of Hanwoo cows eye muscle area(EMA) by monthly age

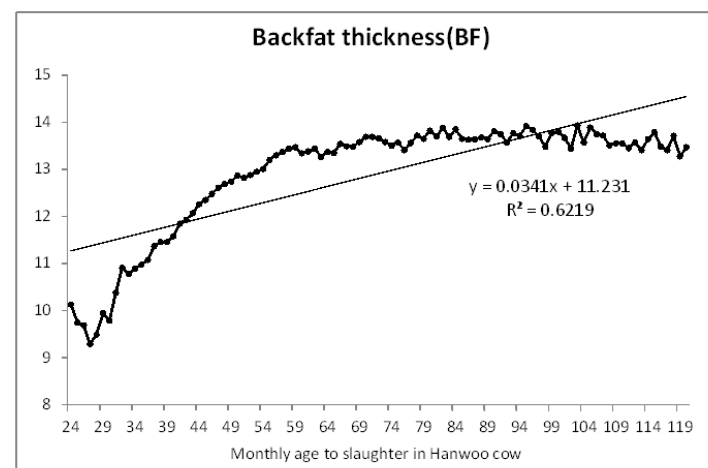


Figure 4. Least square mean of Hanwoo cows backfat thickness(BF) by monthly age

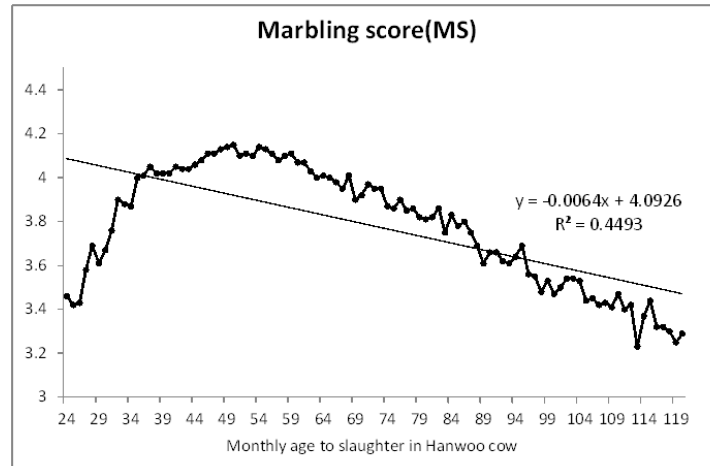


Figure 5. Least square mean of Hanwoo cows marbling score(MS) by monthly age

두꺼워지는 경향을 보였으나 이후에는 주춤세를 보이며 도축월령이 증가하여도 약 13.5 mm를 기준으로 낮은 폭의 고저를 반복하였다. Figure 5인 근내지방도(marbling score : MS)는 도축월령이 50개월령까지는 높아지는 경향을 보였으나 도축월령이 증가할수록 근내지방도는 현저히 낮아지는 것을 볼 수 있으며 이러한 추세를 농가가 반영하여 가장 근내지방도가 높은 50개월령을 출하월령으로 도태시기를 설정하여 고능력 암소도 조기에 도태되고 있다고 생각한다.

3. 유전모수

한우암소의 도체형질에 대한 각 형질별 유전력은 Table 3과 같이 도체중(CW), 등심단면적(EMA), 등지방두께(BF) 및 근내지방도(MS)의 상가적 유전분산(σ_a^2)은 각각 1038, 50.13, 10.9 및 1.942이며 환경효과 및 비상가적 유전분산(σ_e^2)은 각각 1031, 74.68, 15.71 및 1.683으로 분석되었고 유전력(h^2)은 도체중(CW), 등심단면적(EMA), 등지방두께(BF) 및 근내지방도(MS)에서 각각 0.50, 0.40, 0.41 및 0.54로 분석되었다. 냉도체중(CW)과 근내지방도(MS)의 경우에는 유전력이 0.5이상으로 분석되어 고도의 유전력이 있었으며 다음으로 등지방두께(BF), 등심단면적(EMA)순으로 높은 유전력이 있다고 사료된다. 앞선 연구에서 김(2010)은 한우 번식우 362두의 도축자료를 분석하여 단형질 모델로 도체형질에 대한 유전력을 추정하였는데 도체중(CW), 등심단면적(EMA), 등지방두께(BF) 및 근내지방도(MS)에서 각각 0.313 ± 0.185 , 0.343 ± 0.193 , 0.315 ± 0.186 및 0.281 ± 0.165 으로 추정하였고 원 등(2010)은 육질개량을 위한 한우번식우의 유전능력평가 연구에서 도체중, 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도의 이형질 분석추정에서 각각 0.29, 0.23, 0.35 및 0.36로 연구하여 본 연구에서 추정된 유전력이 다소 높게 나타났으며 최근 연구에서 이 등(2019)은 한우 도체형질의 유전능력 평가에 영향을 미치는 성의 효과에서 암소와 거세우를 분리하여 유전력을 추정하였는데 도체중, 등지방두께, 등심단면적 및 근내지방도의 유전력을 각각 0.60, 0.46, 0.47 및 0.59로 추정하여 본 연구보다 약간 높거나 유사하였다. 외국 육우의 경우에는 Rios Utrera, Angel and Van Vleck, L. Dale (2004)가 발표한 육우의 도체형질에 대한 유전력 추정이란 리뷰에서 1962년부터 2004년에 발표

Table 3. Additive genetic variances (σ_a^2), error variances (σ_e^2), heritabilities(h^2) of carcass traits on Hanwoo

Carcass Trait	σ_a^2	σ_e^2	h^2
CW	1,038	1,031	0.50
EMA	50.13	74.68	0.40
BF	10.9	15.71	0.41
MS	1.942	1.683	0.54

CW : carcass weight, EMA : eye muscle area, BF : backfat thickness, MS : marbling score

한 연구를 중심으로 육우의 주요도체형질의 평균을 리뷰하였는데 도체중은 0.40, 등지방두께는 0.36, 등심단면적은 0.40, 근내지방도는 0.37이라고 보고하였으며(Kahi and Hirooka 2005)는 화우의 유전과 경제가 평가연구에서 성숙체중(Mature weight), 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도의 유전력을 각각 0.50, 0.46, 0.46 및 0.56으로 보고하여 본 연구와 유사한 추정을 하였다.

대부분의 연구에서 볼 수 있듯이 암소 도체형질의 각 효과에 대해 중도 및 고도의 유전력을 가짐으로서 해당 형질이 후대축의 전달되어지는 유전능력이 존재하는 것으로 사료되며 유전효과에 의하여 후대축의 도체형질 및 산육능력에 영향을 주는 것으로 나타나므로 암소선발 및 도태 그리고 농장개량에도 암소의 도체형질에 대한 육종가를 활용하면 도체형질에 대한 개량량을 높일 수 있다고 생각한다.

연구에서 분석한 암소 도체형질간의 유전상관과 표현형상관은 Table 4와 같은 상관관계를 나타내었다. 표 상단의 유전상관관계에서 볼 수 있듯이 유전적관계에서는 도체중(CW)과 등심단면적(EMA)의 상관관계가 0.67로 가장 높아 한우 암소의 도체중이 높을수록 등심단면적을 넓게 만드는 영향력이 있다고 분석결과 나타났으나 도체중과 등심단면적의 상관을 제외하고 다른 형질과는 대체로 -0.11~0.13으로 낮은 유전적 상관관계를 보였다. 표현형상관에서도 도체중과 등심단면적의 표현형상관관계는 0.65로 나타나서 도체중에 의하여 등심단면적의 크기도 영향을 받는 것으로 나타났고 도체중과 등지방두께(BF), 근내지방도(MS)의 표현형 상관관계는 0.37과 0.27, 등심단면적과 근내지방도는 0.26으로 약간의 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 나머지 등심단면적과 등지방두께, 등지방두께와 근내지방도는 0.19, 0.20으로 약간 낮게 나타났다.

Table 4. Genetic (above diagonal) and phenotypic (below diagonal) correlations for carcass traits on Hanwoo

Linear Trait	CW	EMA	BF	MS
CW		0.67	0.15	0.06
EMA	0.65		-0.11	0.07
BF	0.37	0.19		0.13
MS	0.27	0.26	0.20	

한우농가는 경영적 수익구조에 맞춰 번식암소의 일부 우군에 대하여 도태를 시키게 되는데 최근에 들어 송아지 가격과 산지소 값 및 도체가격의 변동성이 높아 암소에 대한 뚜렷한 도체형질의 개량목표 설정을 하지 못하고 있는 실정이다. 또한 쇠고기유통시장 및 소비자가 육질과 조직감이 우수한 암소를 선호하기 때문에 사육농가는 암소를 다산시킬 경우 육질 및 조직감 등이 떨어져 가격평가가 절하된다고 판단하여 대부분 2산정도 송아지를 생산하면 암소의 체형과 유전적 능력이 우수하여도 지육가격에서 손해를 보지 않기 위해 우선적으로 도태시키고 있다. 뿐만 아니라 암소의 유전적인 능력이 후대축거세우 도체성적에 의해 분석되고 KPN 씨수소의 육종가 정보에만 집중되어 평가되기 때문에 암소의 도체형질 및 계통에 대한 유전능력 추정연구가 미진하다고 생각하였다. 이에 따라 씨수소와 더불어 중요하게 유전적 능력을 갖춰야 할 암소집단에 대해 도체형질인 도체중, 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도의 유전모수 추정연구 및 분석은 지속적으로 되어야 한다고 생각한다. 또한 이러한 연구를 통해 암소로서 능력이 우수한 개체를 선발하고 저능력암소를 조기에 도태시키는 기준을 만들어야 한다고 판단하였다. 암소의 능력이 우수한 개체는 지속적으로 우수한 후대축을 생산하도록 장려하고 경영수익을 높일 수 있도록 하여 현재 일부사육자가 경영하는 2산차 이후에 능력을 고려하지 않고 바로 도태시키는 사육형태에 대해 변화를 모색하고자 실시하였던 본 연구에서 한우선형심사 점수가 있고 초산에서 2산차까지의 분만간격을 가지고 있는 암소개체의 Pedigree상 형매 및 선·후대 암소도축자료를 수집하여 냉도체중(carass weight (CW), kg), 등지방두께 (backfat thickness (BF), mm), 등심단면적 (eye muscle area (EMA), cm²), 근내지방도(marbling score (MS), 점수)에 대해 유전모수를 추정하였고, 이를 위하여 축산물등급판정기준에 의해 도축된 암소집단의 도축자료 중 선형심사월령의 시작개월령인 24개월령부터 120개월령사이 440,767두의 자료와 혈통자료를 수집하여 기초통계 분석을 하였다. 도체형질별 LSM (Least Square Mean) 분석에서는 도체중(carass weight)과 등심단면적(eye muscle area)은 56~63개월령 구간까지 증가하다가 이후 감소하는 추세였고 등지방두께는 80~87개월령 구간까지 두꺼워지다가 이후 감소하였으며 근내지방도(marbling score)는 평균도태월령인 48~55개월령 구간까지 증가하다 이후 감소하였다.

CONCLUSION

한우 암소 도체형질에 대한 기초통계분석에서 냉도체중, 등지방두께, 등심단면적, 근내지방도의 평균값과 표준편차는 343.73 ± 46.51 kg, 13.16 ± 5.13 mm, 82.67 ± 11.30 cm², 3.95 ± 1.86 점으로 분석하였다. 유전모수 추정모형식 설정을 위한 환경효과요인 분산 분석에서는 도축월령, HYS (사육지역과 도축년도, 도축계절)에 대해 각각의 도체형질과 고도의 유의적 차이($p < 0.001$)가 나타났다.

암소도체형질에 대한 유전모수 추정에서는 도체중(CW), 등심단면적(EMA), 등지방두께(BF) 및 근내지방도(MS)의 유전력(h^2)은 각각 0.50, 0.40, 0.41 및 0.54로 추정되었고 암소도체형질간의 유전 상관계수 분석에서는 도체중과 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도에서 각각 0.67, 0.15 및 0.06, 등심단면적과 등지방두께, 근내지방도는 -0.11, 0.07, 등지방두께와 근내지방도는 0.13으로 도체중과 등심단면적의 유전 상관은 강한 양(+)의 관계를 보였으나 다른 형질에서는 낮은 상관계수를 보였다. 선행연구에서는 도체중과 근내지방도는 형질간 부의 상관관계를 보인다고 알려졌으나 본 연구에서는 상관이 낮은 것으로 나왔는데 이는 암소의 경우 근내지방도는 인위적으로 도체판정시 연골의 골화에 의하여 조정되어 나타난 것이라 사료되며 추후 연구가 필요하다고 생각한다. 표현형 상관계수 분석에서는 도체중과 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도에서 각각 0.65, 0.37 및 0.27, 등심단면적과 등지방두께, 근내지방도는 0.19, 0.26, 등지방두께와 근내지방도는 0.20으로 도체중과 등심단면적의 표현형 상관관계를 제외하고는 다른 형질간에는 상관계수가 낮게 분석되었다. 이러한 이유는 암소의 경우 번식우로서 기능을 하므로 거세우처럼 출하월령이 28~32개월 사이에 집중되지 않아 도체형질에서 도체중과 등심단면적간을 제외한 다른 형질간에서는 환경적인 영향을 많이 받는다고 생각되며 이에 따라 형질간 상관계수도 낮은 것으로 사료된다.

이렇듯 암소의 도체형질에 있어서도 0.40~0.54의 분포로 고도의 유전력이 존재하며 이를 바탕으로 한 다양한 연구가 추진되어 암소의 산육능력과 육질형질 개량을 위한 평가지수로 활용되어야 한다고 생각된다.

REFERENCES

- Kahi, A. K., and H. Hirooka. 2005. Genetic and Economic Evaluation of Japanese Black (Wagyu) Cattle Breeding Schemes. *Journal of Animal Science* 83(9):2021-32.
- Rios Utrera, Angel and Van Vleck, L. Dale. 2004. Heritability estimates for carcass traits of cattle: a review *Faculty Papers and Publications in Animal Science*. 242.
- 김대중, 이창우, 이채영, 김종복. 2010. 한우 암소에서 도체형질과 도체가격간의 상관관계. *Journal of Animal Science and Technology* 52(2) 157-164.
- 김영신, 2012. 한우의 도체 및 체형형질의 유전모수 추정에 관한 연구. 전남대학교. 박사학위논문.
- 노재광, 박찬혁, 손지현, 이기환, 도창희, 임현태, 이정규, 최태정, 구양모. 2021. 한우 도체형질과 생시체중의 유전모수 추정 및 연관성 규명. *Journal of Animal Breeding and Genomics*. 5(2)71-93.
- 문원근, 김병우, 노승희, 김효선, 정대진, 선두원, 김경남, 윤영탁, 정진형, 전진태, 이정규. 2007. 한우 도체형질의 환경효과 및 유전모수의 추정. *Journal of Animal Science & Technology* 49(6) 689-698.
- 배봉환. 2005. 도축월령이 한우의 도체형질과 등급에 미치는 요인. 경상대학교 석사학위 논문.
- 송형준. 2016. 한우 번식우의 월령에 따른 도체형질 연구. 충남대학교 석사학위논문.
- 원정일, 김종복, 이정규. 2010. 육질개량을 위한 한우번식우의 유전능력평가. *Journal of Animal Science and Technology* 52(4) 259-264.
- 이수홍. 2017. 한우의 도체형질에 대한 유전모수 및 유전상관 추정연구. 전남대학교. 박사학위논문.
- 이윤석, 이재영. 2016. 일반농가 한우의 도체형질에 관한 유전모수 추정. *한국데이터Journal of the Korean Data & Information Science Society* 27(3) 741-747.
- 이창우, 송준석, 최정우, 김종복. 2019. 한우 도체형질의 유전능력 평가에 영향을 미치는 성의 효과. *Journal of Agriculture & Life Science* 53(3) pp.85-98.
- 축산물품질평가원. 2019. 등급판정통계.